

**PABRIK SODIUM THIOSULFAT
DENGAN PROSES ABSORPSI (REAKSI SULFUR
DIOKSIDE)**

PRA RENCANA



Oleh :

SASTRA WIJAYA

NPM. 0731010037

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2011

**PABRIK SODIUM THIOSULFAT
DENGAN PROSES ABSORPSI (REAKSI SULFUR
DIOKSIDA)**

PRA RENCANA

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Kimia

Oleh :

SASTRA WIJAYA

NPM. 0731010037

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
SURABAYA**

2011

PRA RENCANA PABRIK
PABRIK SODIUM THIOSULFATE DENGAN PROSES
ABSORPSI (REAKSI SULFUR DIOXIDE)

Oleh :

SASTRA WIJAYA

NPM. 0731010037

Telah dipertahankan dan diterima dihadapan Tim Penguji

Pada Tanggal 10 Juni 2011

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :

Ir. Siswanto ,MS
NIP. 19580613 198603 1 001

Ir. Retno Dewati ,MT
NIP. 19600112 198703 2 001

Ir. Nana Dyah S, Mkes
NIP. 19600422 198703 2 001

Ir. Kindriari Nurma W, MT
NIP. 19600228 198803 2 001

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Ir. Sutiyono ,MT
NIP. 19600713 198703 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Thiosulfate Dengan Proses Absorpsi (Reaksi Sulfur Dioxide)”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Thiosulfate Dengan Proses Absorpsi (Reaksi Sulfur Dioxide)” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur, data-data, majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur,
dan selaku dosen pembimbing.
3. Dosen Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN
“Veteran” Jawa Timur.

5. Kedua orang tua kami yang selalu mendoakan kami.
6. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik sodium thiosulfate ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 25.000 ton sodium thiosulfate pentahydrate/tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Perkembangan industri sodium thiosulfate cukup menjanjikan, dimana dikemukakan bahwa penggunaan sodium thiosulfate cukup efektif dalam proses pencucian mineral emas. Secara singkat, uraian proses dari pabrik sodium thiosulfate pentahydrate sebagai berikut :

Pertama-tama larutan soda ash diabsorpsi dengan gas sulfur dioxide membentuk sodium bisulfite. Sodium bisulfite kemudian direaksikan dengan soda ash dan sulfur membentuk sodium thiosulfate. Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator untuk kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pentahydrate. Kristal kemudian difiltrasi, dikeringkan dan dihaluskan sebagai produk akhir.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 192 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 1.158.862.666.762.50
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 19.723.822.896.00
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 1.178.586.489.658.50
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 107.263.334.702.30
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 12.487.211.688.75
- Steam	= 116.396 lb/hari
- Air pendingin	= 177 M ³ /hari
- Listrik	= 5.908 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 4.707 lt/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 399.961.203.161.68
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 870.001.197.120.00
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 20 %
* Internal Rate of Return	: 31,7 %
* Rate On Equity	: 41,6 %
* Pay Out Periode	: 3,2 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 33,41 %

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1.	Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2.	Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 8
Tabel VIII.4.1.	Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-72
Tabel VIII.4.2.	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-74
Tabel IX.1.	Pembagian Luas Pabrik	IX - 7
Tabel X.1.	Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 9
Tabel X.2.	Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 11
Tabel XI.4.B.	Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 7
Tabel XI.4.C.	Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 8
Tabel XI.4.D.	Tabel Cash Flow	XI - 9

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 8
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 9
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 10
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 13
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 16

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sodium Thiosulfate atau lebih umum dikenal dengan sodium hyposulfite merupakan Kristal hidrat dengan 5 molekul air yang terikat sehingga dapat disebut Sodium Thiosulphate Pentahydrate. Sodium Thiosulfate mempunyai kegunaan yang sangat luas. Pada awalnya ditemukan oleh John Herschel, kegunaannya pada bidang fotografi yang berfungsi sebagai bahan pembantu pemrosesan cetak foto maupun cetak biru.

Kemudian pada tahun – tahun selanjutnya kegunaan Sodium Thiosulfate semakin meluas dan memiliki prospek yang sangat bagus. Dimana bahan ini cukup efektif digunakan dalam proses pencucian mineral emas. Pencucian mineral atau hasil tambang emas dengan menggunakan larutan Sodium Thiosulfate dapat mempercepat pemisahan kandungan emas murni dari *ore slurry* –nya. Selain itu saat ini material ini banyak digunakan di bidang kedokteran mulai dari sebagai bahan penawar racun hingga kemoterapi.

I.2 Manfaat

Manfaat lebih lanjut dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi kebutuhan impor sodium thiosulfate dari negara asing. Dengan demikian sedikit banyak dapat menyumbang devisa bagi negara dan memberikan

lapangan pekerjaan bagi rakyat Indonesia, disamping itu juga untuk mendorong pertumbuhan industri – industri kimia yang diharapkan nantinya dapat memperbaiki kondisi ekonomi bangsa ini. Dari data BPS , sampai saat ini kebutuhan sodium thiosulfate yang cukup besar oleh bangsa Indonesia ini hanya disupply oleh negara – negara asing produsen sodium thiosulfate.

I.3 Aspek Ekonomi

Seperti yang kita ketahui, sodium thiosulfate sangat penting bagi kegiatan perekonomian di masa seperti ini baik mulai dalam dunia fotografi hingga kedokteran. Dengan metode regresi linier dapat ditentukan kebutuhan produksi pada tahun 2012 adalah :

Data impor Natrium Thiosulfat dari biro statistik sebagai berikut:

TAHUN	KAPASITAS
2005	31.131.538
2006	9.641.0.50
2007	12.654.570
2008	15.748.861
2009	14.339.897

Hasil perhitungan :

Data (n)	Tahun (x)	Kebutuhan (ton/th) (y)	xy	x ²
1	2005	31.131.538	62.418.733.690	4.020.025
2	2006	9.641.0.50	19.339.946.300	4.024.036
3	2007	12.654.570	25.397.721.990	4.028.049
4	2008	14.339.897	31.623.712.888	4.032.064
5	2009	15.748.861	28.808.853.073	4.036.081
Σ	10035	83.515.916	167.588.967.941	20.140.255

Digunakan persamaan regresi linier $y = a + b (x - \bar{x})$ (Peters : 760)

Dengan : $a = \bar{y}$ (rata – rata harga y : kapasitas)

$$b = \frac{\sum xiy_i - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \left(\frac{\sum x^2}{n}\right)} \quad (n : \text{jumlah data. } x: \text{ tahun})$$

sehingga : $a = (83.515.916/5) = 16.703.183$

$$b = \frac{167.588.967.941 - \left(\frac{10.035 \times 83.515.916}{5}\right)}{10.035^2 - \left(\frac{10.035^2}{5}\right)}$$

$$= 6.775.024$$

$$\bar{x} = (10.035/5) = 2007$$

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

$$= 16.703.183 + 6.775.024 (2012 - 2007)$$

$$= 50.578.303 \approx 51.000 \text{ ton/tahun}$$

Untuk kapasitas pabrik terpasang digunakan 50% kebutuhan Indonesia :

$$\text{Kapasitas pabrik terpasang} = 50\% \times 51.000 = 25.500 \approx 25.000$$

$$\text{Kapasitas produk harian} = 25.000 \text{ ton/thn} / 330 \text{ hari/thn}$$

Dengan demikian maka penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik *sodium thiosulfate* di Indonesia. Hal ini membantu industry – industry kimia di dalam negeri dalam penyediaan bahan baku dan bila memungkinkan untuk komoditi ekspor yang dapat meningkatkan devisa negara.

I.4 Sifat – sifat Bahan

Bahan Baku :

1.4.1 SIFAT SULFUR (S)

Berwarna kuning dan berbentuk powder

Densitas	: 2,07 g/cm ³
Densitas (<i>liquid</i>)	: 1,819 g/cm ³
Indeks bias	: 2.9
s.g	: 2,046 gr/cc
m.p	: 120°C
b.p	: 444,6 °C
berat molekul	: 32,06 kg/kmol
Heat of Fusion	: 1,727 kJ/mol
Heat of Vaporization	: 45 kJ/mol
Spesific Heat	: 22,75 J/mol.K
Struktur Kristal	: orthorhombic
Solubility (cold water)	: tidak larut
Solubility (hot water)	: tidak larut

Komposisi Sulfur (Tjakra Tunggal) :

Komponen	% Berat
S	99,9
H ₂ O	0,1
	100,00

1.4.2 SIFAT SULFUR DIOKSIDA (SO₂)

Berbentuk gas

Nama lain : Sulfurous Anhydride

Berat Molekul : 64

s,g gas pada 0°C dan 1 atm : 2,2636

s,g liquid : 1,434 gr/cc

m.p : -75,5 °C

b.p : -10° C

temperature kritis : 157,12° C

tekanan kritis : 77,65 atm

panas latent : 149 Btu/lb

Viscosity : 0,28 cp

Berat mokul : 64,06 kg/kmol

Solubility (cold water) : 22,8 kg/ 100 kg H₂O (T = 0°C)

Solubility (hot water) : 4,55 kg/ 100 kg H₂O (T = 100°C)

Komposisi Liquid Sulfur Dioxide : (Lajchem)

Komponen	% Berat
SO ₂	99,90
O ₂	0,10
	100,00

1.4.3 SIFAT SODA ASH (Na_2CO_3)

Nama lain : Sodium Carbonate

Rumus Molekul : Na_2CO_3 (komponen utama)



Berat Molekul : 106

Warna : putih

Bau : tidak berbau

Bentuk : ukuran 100 mesh

Densitas : $2,54 \text{ g/cm}^3$

Indeks bias : 1,535

s,g : 2,533 gr/cc

m,p : 851°C

Kelarutan dalam 100 gr air (0°C) : 7,1 gr

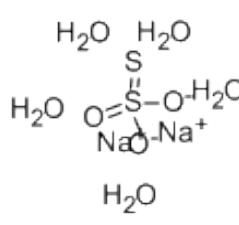
Kelarutan dalam 100 gr air (50°C) : 48,5 gr

Berat molekul : 106,0 gr

Komposisi Soda Ash : (SREE Int, Indonesia)

Komponen	% Berat
Na_2CO_3	99,70
H_2O	0,20
Impuritis	0,10
	100,00

Produk**1.4.4 SIFAT NATRIUM THIOSULFAT ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)**

Nama lain	: Sodium hyposulfite
Rumus Molekul	: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (komponen utama)
Rumus Bangun	: 
Spesifik gravity	: 1,685
Berat jenis	: 1,75 gr/cc
Panas pelarutan dalam air (25°C)	: -11,3 kkal/gmol
Panas jenis (21°C)	: 42,6 kal/gr
Titik leleh	: 48°C
Berat molekul	: 248,19 kg/mol
Kelarutan dalam 100 gr air (0°C)	: 74,7 gr
Kelarutan dalam 100 gr air (60°C)	: 301,8 gr

Komposisi Sodium Thiosulfate Pentahydrate :

Nama	Bentuk	Kadar Minimum
Sodium Thiosulphate Technical	Fine Crystalline	98 %
Sodium Thiosulfate Pure	White Uniform Crystals (100 mesh)	99%

BAB II

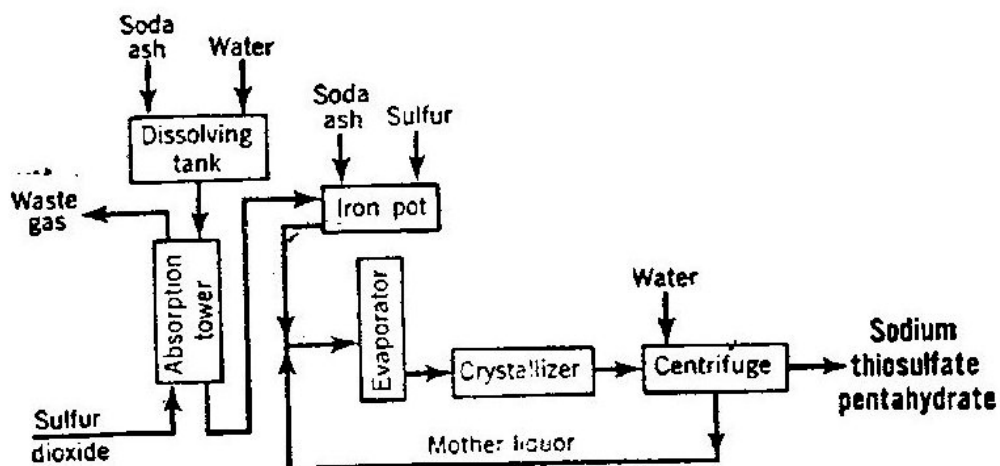
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam Proses Pembuatan

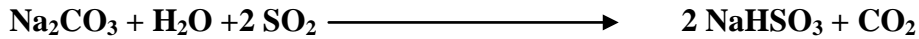
Secara umum ada dua cara untuk mendapatkan sodium thiosulfate yaitu melalui proses absorpsi dan proses digesting. Secara ringkas macam pembuatan sodium thiosulfate adalah :

II.1.1 Proses Absorpsi (Reaksi Sulfur dioxide)

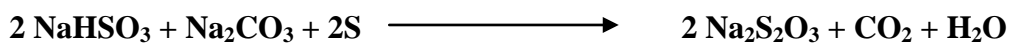
Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah soda ash, sulfur dioxide dan sulfur. Pertama – tama soda ash dilarutkan dalam dissolving tank dengan penambahan air proses dari utilitas. Larutan soda ash kemudian diumpankan ke kolom absorpsi untuk proses penyerapan. Pada kolom absorpsi larutan soda ash diserap dengan gas sulfur dioxide secara berlawanan arah.



Reaksi :



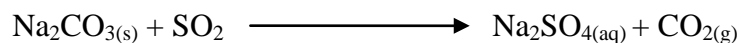
Larutan sodium bisulfate hasil penyerapan kemudian diumpankan ke iron pot untuk proses netralisasi sodium bisulfate menjadi sodium thiosulfate dengan penambahan soda ash dan sulfur. Reaksi yang terjadi adalah :

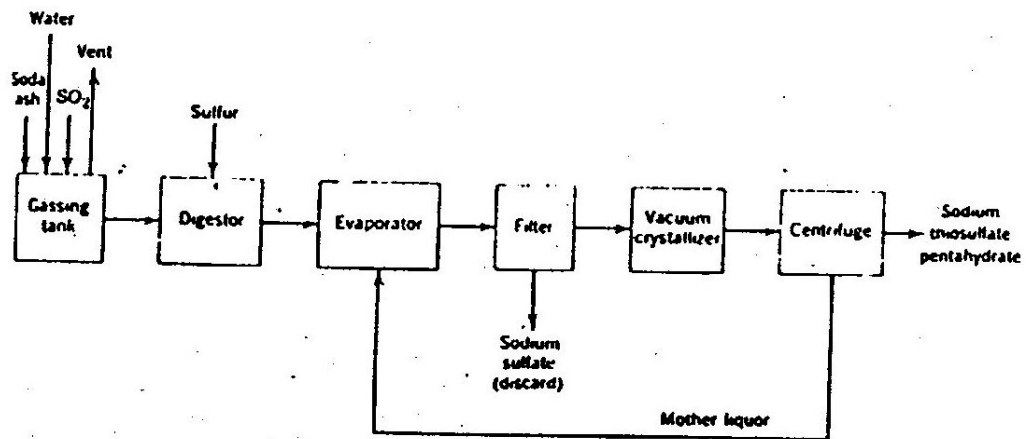


Larutan Sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator, kemudian larutan sodium thiosulfate dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pentahydrate pada crystallizer. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge, dimana mother liquor direcycle kembali ke evaporator, sedangkan Kristal sodium thiosulfate diambil sebagai produk akhir. Yields sodium thiosulfate mencapai 95%.

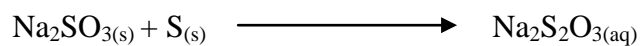
II.1.2 Proses Digesting

Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah soda ash, sulfur dioxide dan sulfur. Pertama – tama soda ash ditambah dengan air proses untuk kemudian dihembuskan gas sulfur dioxide pada bagian bawah gassing tank. Reaksi yang terjadi :





Larutan sodium sulfite kemudian diumpankan pada digestor untuk proses digesting atau pemasakan dengan pemanasan, dimana pada digestor ditambahkan sulfur sehingga terbentuk sodium thiosulfate. Reaksi yang terjadi :



Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator, kemudian larutan pekat dipisahkan pada filter untuk proses pemisahan sodium sulfate. Larutan sodium thiosulfate keluar filter kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pada vacuum crystallizer. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge, dimana mother liquor di recycle kembali ke evaporator sedangkan Kristal sodium thiosulfate diambil sebagai produk akhir. Yields sodium thiosulfate mencapai 42,7%.

II.2.2 Seleksi Proses

Parameter	Macam Proses	
	Absorpsi	Digesting
Bahan baku	Soda Ash	Soda Ash
Bahan pembantu	SO ₂ , S	SO ₂ , S
Alat utama	Iron Pot	Digestor
Crystallizer	Atmospheric	Vaccum
Installasi peralatan	Sederhana	Kompleks
Yields Porduk	95%	47,2 %

Dari uraian cara pembuatan Sodium thiosulfate yang telah dijelaskan di atas, maka proses yang paling efisien adalah pembuatan sodium thiosulfate dengan proses absorpsi. Keuntungan dari proses ini adalah :

1. Bahan baku tersedia di Indonesia dengan cadangan melimpah
2. Alat utama lebih sederhana dibandingkan dengan proses lainnya
3. Alat crystallizer lebih ekonomis Karena beroperasi pada tekanan 1 atm
4. Yields dan kemurnian produk yang diperoleh lebih tinggi
5. Investasi lebih ekonomis, dengan menggunakan instalasi sederhana

II.2.3 Uraian Proses

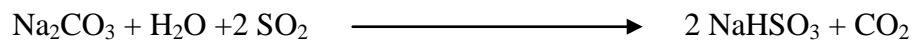
Pada pra rencan pabrik ini, dapat dibagi menjadi 3 unit pabrik dengan pembagian unit sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Proses | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Pengendalian Produk | Kode Unit : 300 |

Adapun uraian proses pembuatan sodium thiosulfate dengan proses absorbs adalah sebagai berikut :

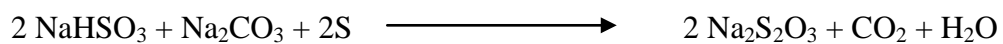
Pertama – tama soda ash dari supplier SREE International Indonesia ditampung apda silo F-110 dengan bucket elevator J-111. Soda ash kemudian diumpankan ke mixer M-140 untuk proses pelarutan dengan penambahan air proses dari utilitas. Larutan soda ash kemudian diumpankan ke kolom absorber D-150 untuk proses penyerapan. Pada kolom absorber terjadi proses penyerapan soda ash dengan gas SO₂ dari tangki F-120.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 714)



Produk atas kolom absorber berupa limbah gas dibuang ke pengolahan limbah, sedangkan produk bawah berupa larutan sodium bisulfate diumpankan menuju ke Reaktor R-210 untuk direaksikan dengan penambahan soda ash dan sulfur sehingga membentuk sodium thiosulfate.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 714)



Reactor dijaga kondisinya pada tekanan 1 atm dan suhu 60°C

Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator V-220 secara vacuum. Larutan sodium thiosulfate dipekatkan sampai dengan kadar 53,87% sehingga menjadi larutan sodium thiosulfate jenuh.

Larutan sodium thiosulfate jenuh kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pada crystallizer S-230. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge H-310, dimana mother liquor yang terpisah akan direcycle kembali menuju evaporator yang terlebih dahulu ditampung di tangki penampung sementara F-212, sedangkan Kristal basah diumpankan pada rotary dryer B-320 dengan screw conveyor J-313.

Pada rotary dryer B-320, Kristal dikeringkan dengan udara yang berasal dari udara bebas yang dihisap oleh Blower G-322 melewati Heater E-323. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-321, dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer menuju ke cooling conveyor E-330 untuk didinginkan sampai suhu kamar.

Kristal sodium thiosulfate dingin, kemudian diumpankan ke ball mill C-340 dengan bucket elevator J-331. Pada ball mill, Kristal dihaluskan sampai dengan 100 mesh kemudian untuk disaring pada screen H-341 dimana produk yang tidak lolos ayak direcycle kembali menuju ball mill dengan bucket elevator J-342 dan belt conveyor J-343, sedangkan produk yang lolos ditampung pada silo F-350 sebagai produk akhir sodium thiosulfate.